

**Double-confocal scanning microscope.**

**Patent number:** EP0491289  
**Publication date:** 1992-06-24  
**Inventor:** HELL STEFAN DR (DE)  
**Applicant:** HELL STEFAN (DE)  
**Classification:**  
 - **international:** G02B21/00; G02B21/00; (IPC1-7): G02B21/00  
 - **european:** G02B21/00M4A7C  
**Application number:** EP19910121368 19911212  
**Priority number(s):** DE19904040441 19901218

**Also published as:**

DE4040441 (A)  
 EP0491289 (B)

**Cited documents:**

DE3918412  
 JP61202102

**Report a data error** [here](#)

**Abstract of EP0491289**

The invention relates to a scanning microscope having a light source 1, a light detector 13 and two objectives 7 and 8 which are situated on different sides of the object plane 9 and illuminate an object point simultaneously. Means (15) for varying the interference are arranged such that light which has passed through one of the objectives 7 is superimposed on the object and/or on the photoelectric receiver 13 by light which has passed through the objective 8 arranged on the opposite side of the object plane 9, this superimposition being such that interference patterns are formed and it is possible to influence the interference patterns intentionally. A high resolution is achieved with this arrangement.

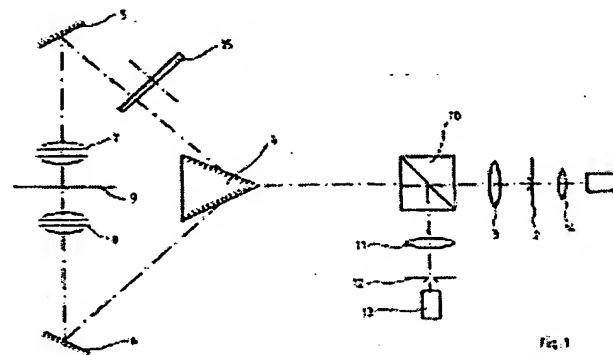
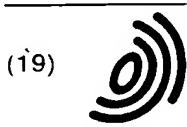


Fig. 1

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 491 289 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
03.04.1996 Patentblatt 1996/14

(51) Int Cl. 6: G02B 21/00

(21) Anmeldenummer: 91121368.4

(22) Anmeldetag: 12.12.1991

(54) Doppelkonfokales Rastermikroskop

Double-confocal scanning microscope

Microscope double-confocal à balayage

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(30) Priorität: 18.12.1990 DE 4040441

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
24.06.1992 Patentblatt 1992/26

(73) Patentinhaber: Hell, Stefan Dr.  
D-67071 Ludwigshafen (DE)

(72) Erfinder: Hell, Stefan Dr.  
D-67071 Ludwigshafen (DE)

(74) Vertreter: Weiss, Ursula, Dr.  
Glückstrasse 3  
D-68165 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE-A- 3 918 412

- OPTICA ACTA Bd. 27, Nr. 5, 1980, LONDON GB Seiten 611 - 624; SHEPPARD ET AL.: 'MULTIPLE TRAVERSING OF THE OBJECT IN THE SCANNING MICROSCOPE'
- OPTIK. Bd. 73, Nr. 1, 1986, STUTTGART DE Seiten 30 - 33; STELZER ET AL.: 'A SETUP FOR A CONFOCAL SCANNING LASER INTERFERENCE MICROSCOPE'
- APPLIED PHYSICS LETTERS. Bd. 55, Nr. 17, 23. Oktober 1989, NEW YORK US Seiten 1707-1709; JOHNSON ET AL.: 'IMAGE FORMATION IN A SUPERRESOLUTION PHASE CONJUGATE SCANNING MICROSCOPE'
- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 32 (P-541)30. Januar 1987 & JP-A-61 202 102
- JOURNAL OF PHYSICS E. SCIENTIFIC INSTRUMENTS. Bd. 22, Nr. 8, August 1989, ISHING, BRISTOL GB Seiten 532 - 547; WILSON: 'TECHNIQUES OF OPTICAL SCANNING MICROSCOPY'

EP 0 491 289 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

gebracht werden.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist mindestens eine der Kompensationsvorrichtungen eine mechanische Translationsvorrichtung, die an mindestens einem optisch wirksamen Teil angebracht ist und den optischen Weg verlängert oder verkürzt. Eine mechanische Translationsvorrichtung ist beispielsweise ein piezoelektrisch oder ein elektromechanisch betriebener Translator. Das optisch wirksame Teil kann insbesondere ein Spiegel, ein Strahl- oder Farbteiler oder ein sonstiges Umlenkelement sein.

In einer anderen Ausführungsform bewirken die Interferenzveränderungsmittel vorzugsweise eine Translationsbewegung der Objektive, so daß die Translationsbewegung eine nicht verschwindende Komponente in Ausbreitungsrichtung der Wellenfront besitzt, wobei sich die Objektive und die Probe zusammen entlang der optischen Achse bewegen. Interferenzveränderungsmittel verschiedener Bauart können in ein und demselben Aufbau vorhanden sein.

Vorteilhafterweise verändern die Interferenzveränderungsmittel die Interferenzmuster schnell oder auch langsam. Insbesondere verändert die Kompensationsvorrichtung den Gangunterschied zwischen den Wellenzügen, die durch das eine Objektiv hindurchgehen oder hindurchgegangen sind und den Wellenzügen, die durch das andere Objektiv hindurchgehen oder hindurchgegangen sind, schnell oder auch langsam. Die Translation der Objektive kann ebenfalls entweder schnell oder auch langsam erfolgen.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Veränderung der Interferenzmuster periodisch durchgeführt, verändert die Kompensationsvorrichtung den Gangunterschied zwischen den Wellenzügen, die durch das eine Objektiv hindurchgehen oder hindurchgegangen sind, und den Wellenzügen, die durch das andere Objektiv hindurchgehen oder hindurchgegangen sind, periodisch, oder die Objektive führen eine periodische Bewegung durch.

Vorzugsweise ist mindestens ein Interferenzveränderungsmittel mit der Steuer- und/oder Regelelektronik der Rasterung und/oder mit der Bildaufnahmeelektronik in ihrer Funktion rückgekoppelt und/ oder abgestimmt.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Signal mit Hilfe einer Sample-Elektronik, z.B. Lock-In, Boxcar-Integrator o. ä., weiterverarbeitet und der Sample-Takt wird mit Hilfe eines interferometrischen Aufbaus mit mindestens einem Lichtdetektor gewonnen, oder der Sample-Takt ist vom optischen Aufbau unabhängig, oder der Sample-Takt wird von Signalen bezogen, welche die Interferenzveränderungsmittel steuern oder regeln. Zu diesen Steuer- oder Regelsignalen gehören insbesondere die Steuer- oder Regelsignale mechanischer Stellglieder, die an optisch wirksamen Teilen angebracht sind, und die von Kompensationsvorrichtungen.

Als Lichtdetektoren sind Photomultiplier gut geeignet, aber auch TV-Kameras und auch andere Empfänger-

ger, die Lichtsignale in elektrische Signale umwandeln.

Weitere besonders bevorzugte Ausführungsformen werden in den weiteren Unteransprüchen beschrieben. Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 die schematische Darstellung des Strahlenganges eines Rastermikroskops,

10 Figur 2 die schematische Darstellung des Strahlenganges einer weiteren Ausführungsform eines Rastermikroskops,

15 Figur 3 die schematische Darstellung des Strahlenganges einer anderen Ausführungsform eines Rastermikroskops und

Figur 4 die schematische Darstellung des Strahlenganges einer weiteren Ausführungsform eines Rastermikroskops.

20 Wie in Figur 1 dargestellt, beleuchtet die Lichtquelle 1 (Laser oder Kurzbogenlampe) die Lochblende 2. Vor dieser Lochblende 2 ist die Linse 14 und hinter dieser Lochblende 2 die Linse 3 vorzugsweise im Abstand ihrer Brennweiten zur Lochblende angeordnet. Die Wellenfront, die den Strahlteilerwürfel 10 passiert, wird von dem Strahlenteiler 4 in mindestens zwei zueinander kohärente Teilwellenfronten gespalten und abgelenkt. Unter den Begriff Wellenfront soll auch ein ganzer Wellenzug fallen, d. h. auch mehrere Wellenfronten. Die einzelne Wellenfront steht hier, wie im folgenden als ein erklärendes Beispiel für alle Wellenfronten eines Wellenzuges. Der gemäß Figur 1 nach unten abgespaltete Teil der Wellenfront trifft auf den Spiegel 6 und wird von diesem Spiegel 6 auf das Objektiv 8 gelenkt. Der gemäß Figur 1 nach oben aufgespaltete Teil der Wellenfront wird auf den vorzugsweise symmetrisch zu dem Spiegel 6 angeordneten Spiegel 5 gelenkt. Dieser Spiegel 5 lenkt nunmehr seinerseits den auf ihn auftreffenden Teil der Wellenfront auf das Objektiv 7. Die beiden Objektive 7 und 8 des Mikroskops sind gegeneinander gerichtet angeordnet, vorzugsweise zueinander und zur gemeinsamen optischen Achse zentriert. Die beiden Objektive 7 und 8 fokussieren die auf sie auftreffenden Teilwellenfronten in die Objektebene 9. In der Objektebene 9 befindet sich das zu untersuchende Objekt, so daß der gemeinsame Ortspunkt, auf den die Teilwellenfronten fokussiert werden - im allgemeinen der gemeinsame Brennpunkt - der abzubildende Ortspunkt ist. Das von dort emittierte oder reflektierte Licht wird von den Objektiven 7 und 8 erfaßt und über die Spiegel 5 und 6 und den Strahlenteiler 4 dem Strahlteilerwürfel 10 zugeführt. Dieser Strahlteilerwürfel 10 lenkt nun seinerseits das Licht oder einen Teil davon über die vorzugsweise symmetrisch zu der Linse 3 angeordneten Linse 11 in die Lochblende 12. Der Lichtdetektor 13 (Detektor) mißt die Intensität des durch die Lochblende 12 zu ihm gelangenden Lichts.

45 Im Strahlengang zwischen dem Strahlenteiler 4 und dem Spiegel 5 ist die Kompensationsvorrichtung 15 an-

in mindestens einer der zur Objektebene 9 konjugierten Ebene oder in der Objektebene 9 selbst Interferenz der oberen oder unteren Detektions- oder Beleuchtungswellenfronten statt.

Um die Interferenz zu gewährleisten, um die Interferenz kontrolliert durchführen zu können, bzw. um konstruktive Interferenz zu gewährleisten, ist im Strahlengang zwischen dem Strahlteiler 4 und dem Objektiv 7 die Kompensationsvorrichtung 27 und 28 zur Veränderung des Gangunterschieds zwischen den oberen und unteren Wellenfronten vorgesehen. Es ist auch möglich, daß diese Kompensationsvorrichtung im Strahlengang zwischen dem Strahlteiler 4 und dem Objektiv 8 angeordnet ist. Die Kompensation kann wahlweise auch durch die Bewegung bestimmter Bauteile, insbesondere der im folgenden beschriebenen Umlenkelemente durchgeführt werden. Die Kompensationsvorrichtung bzw. die optischen Wegstrecken sind so dimensioniert, daß auf jeden Fall ein hoher Kohärenzgrad zwischen oberen und unteren Wellenfronten vorhanden ist, so daß die Interferenz auf jeden Fall stattfinden kann.

Wie aus Figur 2 erkenntlich, wird der Strahl bei dieser Ausführungsform wahlweise in seinem Durchmesser mit Hilfe der Bausteine 60 und 60', die zwischen dem Strahlteilerwürfel 10 und dem Strahlteiler 4 angeordnet sind, in seinem Durchmesser vergrößert oder verkleinert. Des Weiteren passiert er die Strahlablenkeinheit 50. Wie oben bereits beschrieben, wird die auf den Strahlteiler 4 auffallende Wellenfront in eine obere und eine untere Beleuchtungswellenfront geteilt. Der Strahlteilerwürfel 10 ist im Falle der Fluoreszenzmikroskopie gemäß Figur 2 ein Farbteilerwürfel, der das zu detektierende Licht in den Lichtdetektor lenkt und das beleuchtende dem Strahlteiler zuleitet. Zwischen dem Strahlteiler 4 und dem Objektiv 7 und/oder dem Strahlteiler 4 und dem Mikroskopobjektiv 8 ist mindestens ein Farbteiler angebracht. Gemäß Figur 2 sind es die beiden Farbteiler 20 und 21, die die Detektionswellenfront von der Beleuchtungswellenfront trennen. Diese passieren getrennt je eine Kompensationsvorrichtung 27 bzw. 28, so daß die Beleuchtungs- und die Detektionswellenfront getrennt in ihrer Phase und/oder Amplitude verändert werden können.

Für den Fall, daß das detektierte Licht eine längere Wellenlänge besitzt und die Farbteiler 20 und 21 das längerwellige Licht reflektieren und das kürzerwellige beleuchtende Licht durchlassen, dient die Kompensationsvorrichtung 27 der Kompensation der Beleuchtungswellenfront und die Kompensationsvorrichtung 28 der Detektionswellenfront. Unter Kompensation versteht man die Veränderung des Gangunterschieds zwischen den Teilwellenfronten und/oder Veränderung der Phase einer Wellenfront.

Analog zu den eben beschriebenen Farbteiler 20 und 21 sind im unteren Strahlengang die Farbteiler 22 und 23 angeordnet. Diese Farbteiler 22 und 23 werden analog zum oberen Strahlengang aufgebaut. Sie sind vorzugsweise aus dem Strahlengang herausnehmbar

und/oder durch Farbteiler mit anderen physikalischen Eigenschaften ersetzbar. Weitere Farbteiler oder Farbteilerpaare können zwischen dem Strahlteiler 4 und dem Objektiv 7 analog zu den Farbteilen 20 und 21 installiert werden, wie auch zwischen dem Strahlteiler 4 und dem Objektiv 8, z. B. bei Mehrfachfluoreszenz, um auch Wellenfronten mit einer weiteren Wellenlänge gezielt im Gangunterschied der Teilwellenfronten verändern zu können.

Über das Umlenkelement 5' gelangt die obere Beleuchtungswellenfront auf die Kompensationsvorrichtung 27, die die optische Weglänge oder die Phase der Wellenfront verändert. Über das Umlenkelement 5 gelangt die obere Beleuchtungswellenfront in das Objektiv 7, welches das Licht in die Objektebene 9 fokussiert. Über das Umlenkelement 6' und das Umlenkelement 6 gelangt die untere Beleuchtungswellenfront in das Objektiv 8, welches das Licht ebenso in den gemeinsamen Brennpunkt fokussiert. Im Brennpunkt können die beiden Beleuchtungswellenfronten miteinander interferieren.

Das Objekt befindet sich vorzugsweise auf einer Tischvorrichtung, welche eine Bewegung des Objekts in Z-Richtung, vorzugsweise in allen drei Raumrichtungen erlaubt.

Das vom Objektpunkt ausgehende Licht gelangt in die Objektive 7 und 8, welche die obere bzw. untere Detektionswellenfront ausbilden. Unter dem Begriff "Wellenfront" sollen andere Wellenfronten des gleichen Wellenzuges im allgemeinen miteinbegriffen sein. Im Falle des Fluoreszenzbetriebs gelangt die obere Detektionswellenfront über den Farbteiler 21, die Kompensationsvorrichtung 28 und den Farbteiler 20 auf den Strahlteiler 4, ebenso wie die untere Detektionswellenfront über die Farbteiler 23 und 22 auf den Strahlteiler 4 gelangt. In einem Nicht-Fluoreszenzbetrieb passieren die Detektionswellenfronten die Farbteiler und werden über die Umlenkelemente 5 und 5' bzw. 6 und 6' auf den Strahlteiler 4 gelenkt. Der Strahlteiler 4 fügt die beiden Detektionswellenfronten zu einer zusammen. Über den Strahlteiler 10 gelangt die Detektionswellenfront zur Linse 11. Die Detektionswellenfront wird in eine in der Lochblende 12 zusammenlaufende Kugelwellenfront verwandelt. Die beiden Detektionswellenfronten interferieren in der Ebene der Lochblende 12 miteinander und bilden den Objektpunkt der Objektebene 9 in die Ebene der Lochblende 12 mit vergrößerter Apertur im Sinne des doppelkonfokalen Mikroskops ab.

Die Anordnung ist im Sinne der Erfindung, wenn am Objekt und/oder am Lichtdetektor Interferenz der Beleuchtungs- oder Detektionsteilwellenfronten stattfindet. Deshalb ist es möglich, eine Detektionswellenfront bzw. eine Beleuchtungswellenfront wegzulassen.

Dazu wird entweder die obere oder die untere Beleuchtungswellenfront unterbrochen. Dies geschieht mit Hilfe eines opaken Hindernisses 45 bzw. 46 in der oberen bzw. unteren Beleuchtungswellenfront.

Mit Hilfe eines opaken Hindernisses 47 bzw. 48 in der

führen können und so gegeneinander versetzt werden können.

Die übrigen Bauelemente erfüllen die gleiche Funktion wie bei den anderen Anordnungen.

Die Verschiebung der Lochblende 102 wird vorzugsweise zusammen mit der Linse 101 und/oder dem Spiegel 5 durchgeführt; die Verschiebung der Lochblende 202 wird analog zusammen mit der Linse 201 und/oder dem Spiegel 6 durchgeführt. Das Verschieben der Lochblenden 102 und 202 bewirkt eine gezielte Veränderung des Interferenzmusters und damit eine etwas andere Art der Abbildung.

Alle Strahlteiler können wie bei den anderen Anordnungen auch ein geometrischer (z. B. eckiger Spiegel) oder physikalischer Wellenfrontteiler (z. B. Strahlteilerwürfel) sein, oder aus mehreren, eventuell auch selbstständig optisch wirksamen Teilen bestehen. Im Falle von Fluoreszenzmikroskopie kann der Strahlteiler 110 und/oder 210 ein Farbteiler sein.

Der Strahlteiler 4 dient der Aufteilung der vom Laser kommenden Wellenfront in eine obere und eine untere Beleuchtungswellenfront. Das Prisma 4' dient der Umlenkung der unteren Beleuchtungswellenfront hin zu dem Umlenkelement 6'. Von dort gelangt diese über das Umlenkelement 6 und den Strahlteilerwürfel 210 zur Linse 201. Die obere Beleuchtungswellenfront gelangt über die Kompensationsvorrichtung 27, über die Umlenkelemente 5' und 5 und anschließend über den Strahlteilerwürfel 110 zur Linse 101. Die obere Detektionswellenfront gelangt über die Lochblende 102 und die Linse 101 zum Strahlteiler 110, von wo sie über die Umlenkelemente 105 (z. B. Spiegel oder Prisma) zur Kompensationsvorrichtung 28, und von dort zum Strahlteiler 304 gelangt, wo sie mit der unteren Detektionswellenfront vereinigt wird.

Die untere Detektionswellenfront gelangt über den Strahlteiler 210 und das Umlenkelement 206 zum Strahlteiler 304. Die vereinigte Wellenfront gelangt über die Linse 11 zur Lochblende 12.

In dieser Anordnung kann, wie in allen anderen Anordnungen auch, der Strahlteiler 4 sowohl ein physikalischer als auch ein geometrischer Strahlteiler sein, oder auch aus mehreren optisch wirksamen Teilen zusammengesetzt sein. Dies gilt auch für den Strahlteiler 304, der auch durch eine Kombination, wie sie aus 4 und 4' gebildet wird, ersetztbar ist.

#### Patentansprüche

1. Rastermikroskop mit mindestens einer punktförmigen Lichtquelle (1), mindestens einem Lichtdetektor (13) und mindestens zwei Objektiven (7, 8), wobei sich auf verschiedenen Seiten der Objektebene (9) mindestens ein Objektiv (7, 8) befindet, das gegen mindestens ein Objektiv, das sich auf der anderen Seite der Objektebene befindet, gerichtet ist und mit diesem einen gemeinsamen Fokus hat,

dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens eine nichtpolarisierende Strahlteilervorrichtung (4, 304) zur Aufspaltung des beleuchtenden Lichts in kohärente Anteile, die die verschiedenen gegeneinander gerichteten Objektive beleuchten, und/oder zum Zusammenführen von zueinander kohärenten Lichtstrahlen von den verschiedenen, gegeneinander gerichteten Objektiven vorgesehen ist und so angeordnet ist, daß der Gangunterschied der durch die Strahlteilervorrichtung (4, 304) definierten, von mindestens einer Lichtquelle durch die verschiedene, gegeneinander gerichtete Objektive zu deren gemeinsamen Fokus führenden optischen Wege kleiner ist als die Kohärenzlänge des aus dieser Lichtquelle kommenden Lichts und/oder der Gangunterschied der durch die Strahlteilervorrichtung (4, 304) definierten, von dem gemeinsamen Fokus durch die verschiedenen Objektive zu mindestens einem gemeinsamen Detektor führenden optischen Wege kleiner ist als die Kohärenz-  
länge des vom gemeinsamen Fokus stammenden Lichts, und  
daß mindestens ein Interferenzveränderungs-  
mittel derart angeordnet ist, daß Licht, das durch mindestens eines der Objektive (7) hindurchgegangen ist, kohärent oder teilkohärent überlagert wird mit Licht, das durch mindestens ein Objektiv (8) hindurchgegangen ist, welches sich auf der anderen Seite der Objektebene (9) befindet, so daß die überlagerten Lichtwellen am Objekt und/oder an mindestens einem Lichtdetektor (13) zumindest zeitweise miteinander interferieren und daß eine gezielte Beeinflus-  
sung der Interferenz möglich ist.

#### 2. Rastermikroskop nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,  
daß an mindestens einem abzubildenden Objektpunkt und/oder an mindestens einem Lichtdetektor zumindest zeitweise konstruktive Interferenz auftritt.

#### 3. Rastermikroskop nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,  
daß die zwei Objektive (7, 8), die auf verschiedenen Seiten der Objektebene (9) angeordnet sind, gegeneinander gerichtet und zur optischen Achse und zueinander zentriert sind.

#### 4. Rastermikroskop nach Anspruch 1, 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,  
daß sich in mindestens einer Ebene, die zur Objektebene optisch konjugiert ist, mindestens

dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens eine Vorrichtung zur Veränderung der Amplitude in den Beleuchtungs- und/oder den Detektionsstrahlengängen vorgesehen ist.

5

15. Rastermikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens eine Vorrichtung vorhanden ist, welche Wellenfrontaberrationen, die insbesondere durch Deckgläser oder Probe entstehen, zumindest teilweise kompensieren.

10

16. Rastermikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die zur Objektebene optisch konjugierten Blenden entfernbar und/oder austauschbar und/oder in ihrer Öffnung variabel und/oder beweglich, d. h. Translation und/oder Rotation sind.

15

20

17. Rastermikroskop nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zusätzlich optische Elemente mit mindestens einem Lichtdetektor angeordnet sind, insbesondere um zusätzlich zum doppelkonfokalen Bild, ein Bild mit konventioneller oder herkömmlich konfokaler Auflösung zu erhalten.

25

2. Scanning microscope according to claim 1, characterised in that at least intermittent constructive interference occurs at at least one object point to be imaged and/or at at least one light sensor.

3. Scanning microscope according to claim 1 or 2, characterised in that the two lenses (7, 8) which are arranged on different sides of the object plane (9) are oppositely disposed and are centred with respect to the optical axis and to one another.

4. Scanning microscope according to claim 1, 2 or 3, characterised in that at least one screen (12, 2) is located on at least one plane which is optically conjugated with respect to the object plane.

5. Scanning microscope according to at least one of the preceding claims, characterised in that the interference altering means is a compensating device (15, 27, 28, 29) which makes it possible to superimpose coherent or part coherent wave trains which have in each case wholly or partly passed through the different lenses (7, 8) at an object point to be imaged and/or at at least one light sensor.

40

6. Scanning microscope according to claim 5, characterised in that the compensating device (15, 27, 28, 29) causes at least intermittent constructive interference of the wave train at at least one object point to be imaged and/or at at least one light sensor (13).

45

7. Scanning microscope according to claim 5 or 6, characterised in that at least one of the compensating devices (15, 27, 28, 29) has as its path difference altering element an at least partially transparent plate which is provided with different optical thicknesses and is moved such that parts of the plate with different optical thicknesses are brought in sequence into the beam path.

50

55

8. Scanning microscope according to claim 5 or following, characterised in that at least one of the compensating devices is a mechanical translation device

ou partiellement cohérente à la lumière qui a passé par au moins un objectif (8) qui se trouve de l'autre côté du plan (9) objet, de manière que les ondes lumineuses superposées interfèrent les unes avec les autres au moins partiellement sur l'objet et/ou au moins sur un détecteur de lumière (13) et qu'une influence spécifique sur l'interférence soit possible.

2. Microscope à balayage selon la revendication 1,

caractérisé  
en ce qu'une interférence constructive au moins momentanée apparaît sur au moins un point objet dont l'image doit être reproduite et/ou sur au moins un détecteur de lumière.

3. Microscope à balayage selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé  
en ce que les deux objectifs (7, 8) qui sont disposés sur des côtés différents du plan objet (9) sont orientés l'un vers l'autre et sont centrés sur l'axe optique et l'un sur l'autre.

4. Microscope à balayage selon la revendication 1, 2 ou 3,

caractérisé  
en ce qu'au moins un diaphragme (12, 2) se trouve dans au moins un plan qui est conjugué optiquement avec le plan objet.

5. Microscope à balayage selon au moins l'un des revendications précédentes,

caractérisé  
en ce que le moyen de modification d'interférence est un dispositif de compensation (15, 27, 28, 29) qui permet en au moins un point objet dont l'image doit être reproduite et/ou sur au moins un détecteur de lumière une superposition de trains d'ondes cohérents ou partiellement cohérents dont chacun a passé totalement ou partiellement par les différents objectifs (7, 8).

6. Microscope à balayage selon la revendication 5,

caractérisé  
en ce que le dispositif de compensation (15, 27, 28, 29) provoque sur au moins un point objet dont l'image doit être reproduite et/ou sur au moins un détecteur de lumière (13) une interférence au moins momentanément constructive des trains d'ondes.

7. Microscope à balayage selon la revendication 5 ou 6,

5 caractérisé  
en ce qu'au moins l'un des dispositifs de compensation (15, 27, 28, 29) ayant la forme d'un élément modifiant la différence de marche comprend une plaque au moins partiellement transparente qui a des épaisseurs optiques différentes et qui est déplacée de manière que des parties d'épaisseurs optiques différentes de la plaque soient amenées dans la marche du rayon en une séquence dans le temps.

15 8. Microscope à balayage selon la revendication 5 ou les suivantes,

caractérisé  
en ce qu'au moins l'un des dispositifs de compensation est un dispositif mécanique de translation qui est monté sur au moins un élément ayant une activité optique et qui allonge ou raccourcit le trajet optique.

25 9. Microscope à balayage selon au moins l'une des revendications précédentes,

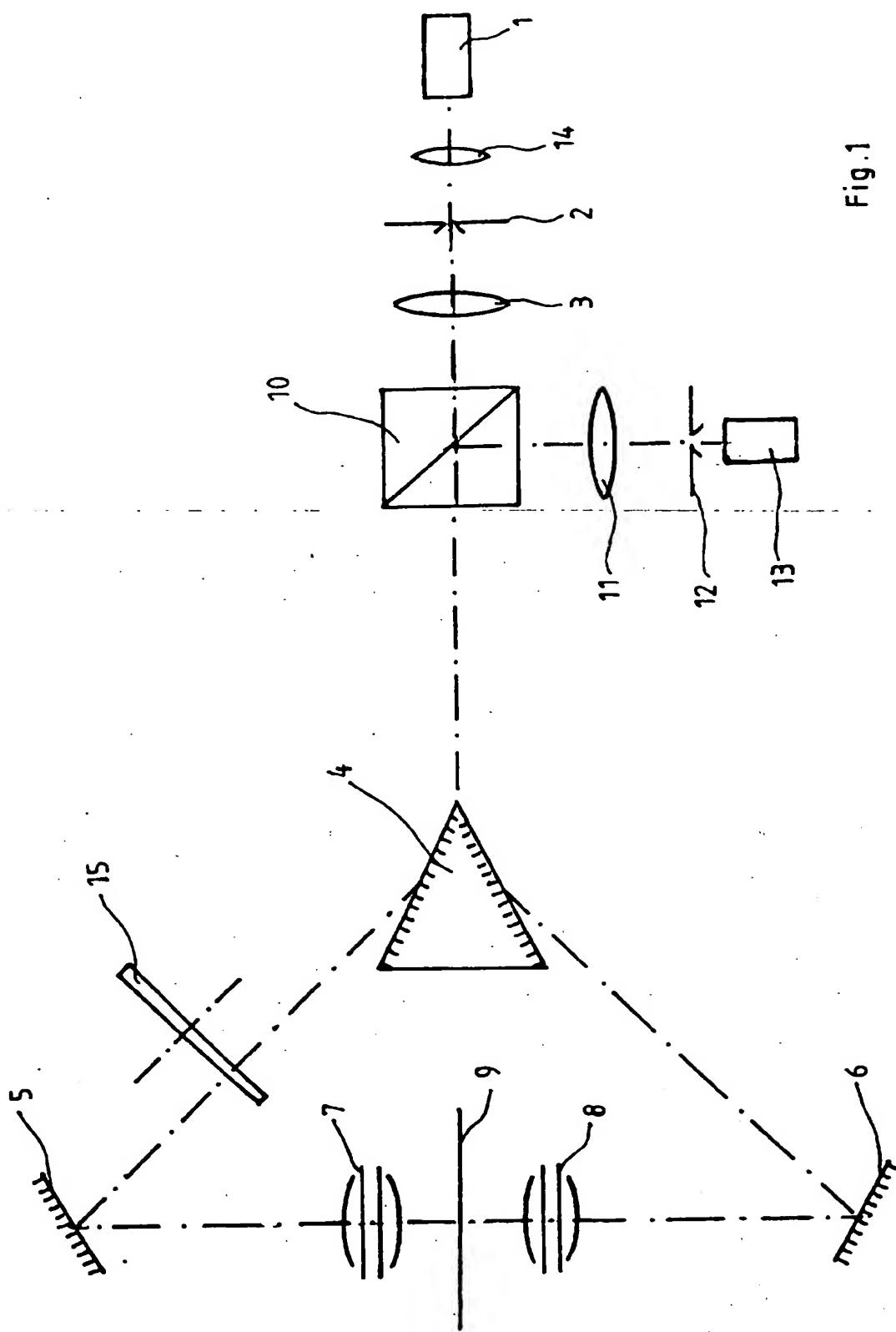
caractérisé  
en ce qu'au moins l'un des moyens de modification d'interférence provoque un mouvement de translation des objectifs de manière que le mouvement de translation comporte une composante qui ne disparaît pas dans la direction de propagation du front d'ondes passant par eux, les objectifs et l'échantillon se déplaçant ensemble.

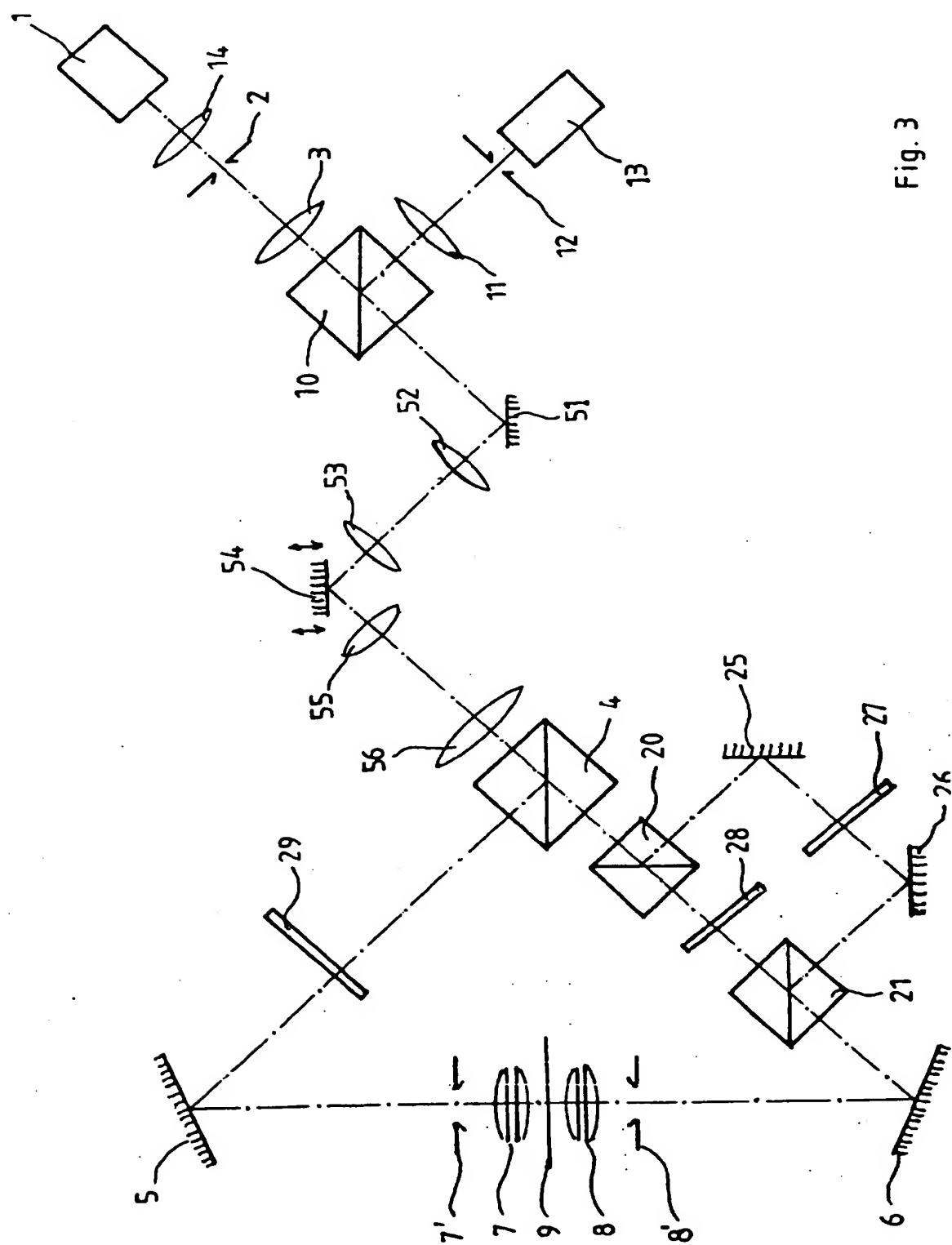
10. Microscope à balayage selon au moins l'une des revendications précédentes,

caractérisé  
en ce que les moyens de modification d'interférence modifient les interférences rapidement ou aussi lentement.

45 11. Microscope à balayage selon au moins l'une des revendications précédentes,

caractérisé  
en ce que la modification des interférences est effectuée périodiquement, en ce que le dispositif de compensation modifie périodiquement la différence de marche entre les trains d'ondes qui passent ou qui ont passé par l'un des objectifs et les trains d'ondes qui passent ou ont passé par l'autre objectif ou en ce que les objectifs exécutent un mouvement périodique.





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**